

УДК 539.21(06)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДАВЛЕНИЯ ГАЗОВОЙ СМЕСИ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ МЕТОДА ПРИ СИНТЕЗЕ НАНОДИСПЕРСНЫХ ОКСИДОВ

Федоров Л.Ю., Карпов И.В., Ушаков А.В.

научный руководитель д-р техн. наук Лепешев А.А.

Сибирский Федеральный Университет

Изучение влияния технологических параметров плазмохимического реактора при синтезе нанодисперсных оксидов металлов, несомненно, является неотъемлемой частью разработок технологий. Согласно проведенным предварительно исследованиям, свойства порошков, образующихся в плазме электрической вакуумной дуги (ЭВД), зависят в основном от величины давления газовой смеси в плазмохимическом реакторе. Дисперсный состав порошков формируется за счет двух процессов: диспергирования-охлаждения жидкого металла и испарения-конденсации из паровой фазы. При относительно низких давлениях $\sim 10^{-1}$ Па порошок состоит из двух типов частиц: сферических частиц размером от 0,5 мкм до 3 мкм, на которых высажен высокодисперсный конденсат, и сферических частиц размером от 0,5 мкм до 10 мкм, представляющих собой агломераты более мелких частиц порядка 0,1 мкм [1]. Нанодисперсная фракция при этом образуется в малом количестве. При повышенных давлениях ~ 10 Па порошок представляет собой ансамбль сильно агломерированных частиц неправильной формы размером от 5 до 10 нм. Встречаются и образования размером до 15 нм, однако это, по-видимому, агломераты из более мелких частиц. Такие агломераты не удается дезагрегировать. Схема реализации способа была подробно описана в предыдущих работах [2, 3].

Производительность метода получения нанодисперсных оксидов напрямую зависит от величины удельной эрозии распыляемого катода. Для определения величины удельной эрозии титанового и циркониевого катодов была проведена серия экспериментов. В качестве газовой смеси использовались смеси двух газов «аргон-кислород» и «аргон-воздух». Удельная эрозия катода измерялась весовым методом по потере массы катодного материала за время t на единицу тока дуги I . Время в экспериментах фиксировалось $t = 10$ мин. Зависимости величины удельной эрозии титанового катода от давления газа в объеме представлены на рисунках 1, 2.

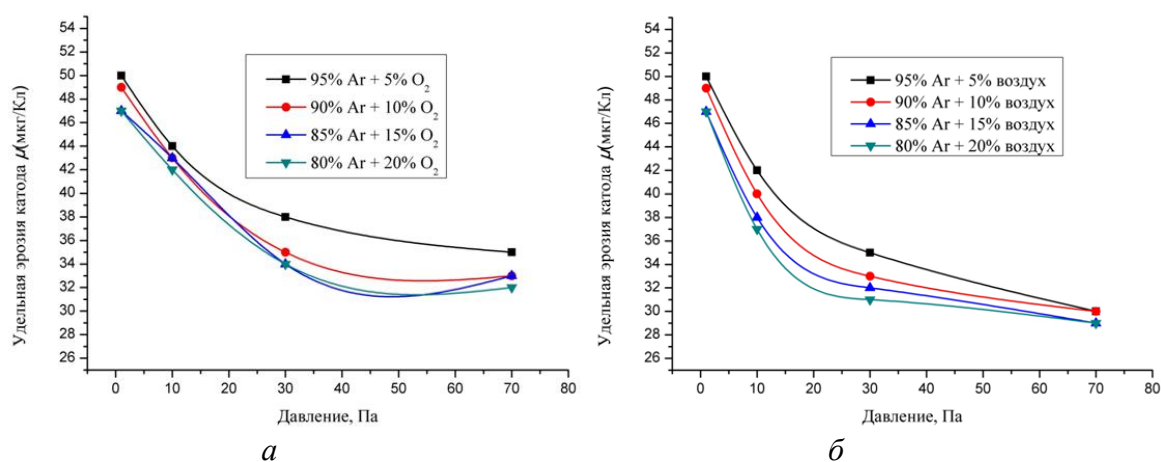


Рисунок 1 – Зависимость величины удельной эрозии титана от давления газовой среды. Эксперименты в смеси Ar+O₂ (а), Ar+воздух (б)

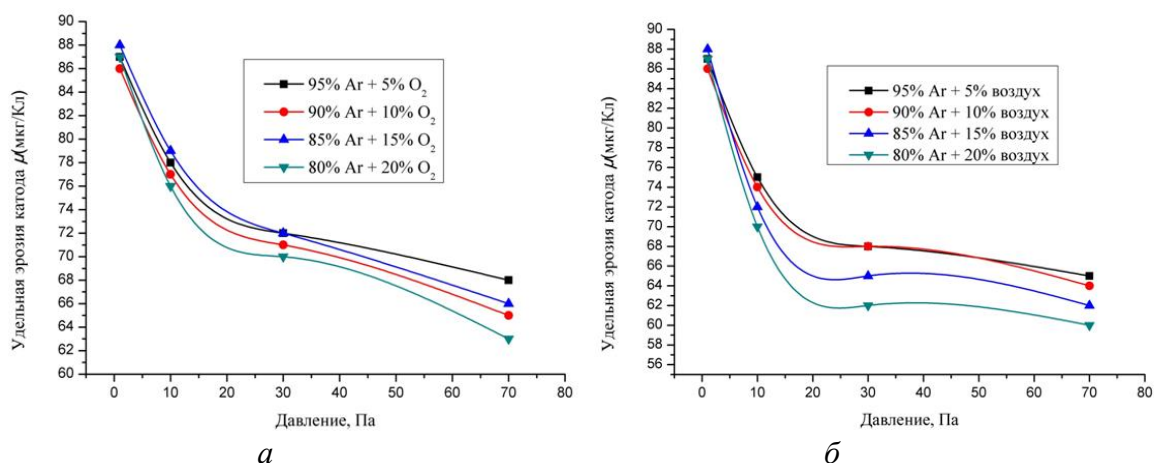


Рисунок 2 – Зависимость величины удельной эрозии циркония от давления газовой среды. Эксперименты в смеси Ar+O₂ (а), Ar+воздух (б)

Величина удельной эрозии μ уменьшается с ростом давления для всех типов газовых смесей. Однако отличия в характере изменения μ при напуске в объем разрядного промежутка химически активных газов или инертных газов весьма существенны: наличие воздуха ведет к более значительному уменьшению μ с ростом P . Этот эффект начинает проявляться при более низком давлении. Влияние газовой смеси аргона и воздуха или кислорода и аргона на кривых μ для титана аналогично и для циркония. Характер эрозии катода с ростом давления газа также изменяется: поверхность катода становится более гладкой, средний размер неоднородностей поверхности уменьшается. После горения дуги в течение нескольких минут при давлении $P = 30$ Па на поверхности титанового и циркониевого катода видны следы химических соединений, имеющих светло серый цвет, характерный для оксидов.

При проведении исследований было также замечено, что при повышенной температуре катода резкое изменение μ существенно уже при давлении азота $P = 10^{-1}$ Па. Характерным для катода с более высокой температурой является наличие на его рабочей поверхности сплошного слоя оксида титана и циркония (вся поверхность катода имеет светло-серый цвет) после горения дуги в течение 10 мин при давлении $P = 10^{-1}$ Па. Видимые следы оксида титана и циркония на поверхности холодного катода наблюдаются только при давлении больше 1 Па. Однако, при токах больше 200 А оксидная пленка не оказывает существенного влияния на процессы эрозии катода.

Таким образом, при повышении температуры катода увеличивается удельная эрозия и интенсифицируются химические процессы на поверхности катода при введении в камеру химически активных газов.

Список литературы.

1. Ушаков, А.В. Получение ультрадисперсных порошков в плазме дугового разряда низкого давления: Дис. канд. техн. наук: 05.16.06 / А.В. Ушаков. – Красноярск, 2002. – 135 с.
2. Ушаков, А.В., Особенности синтеза нанопорошков нитрида титана в плазменной среде дугового разряда низкого давления / А.В. Ушаков, И.В. Карпов, А.А. Лепешев. – Материаловедение. 2012. № 3. С. 48-51.
3. Карпов, И.В., Физико-химические свойства нанопорошка TiO₂, полученного в плазмохимическом реакторе низкого давления / И.В. Карпов, А.В. Ушаков, А.А. Лепешев. – Технология металлов. 2012. № 10. С. 27-32.